



## TEORIA E MÉTODOS EM ANTRACOLOGIA. 2 - TÉCNICAS DE CAMPO E DE LABORATÓRIO <sup>1</sup>

(Com 4 figuras)

RITA SCHEEL-YBERT <sup>2</sup>

**RESUMO:** Este artigo dá continuação a uma série de textos sobre a metodologia antracológica adaptada às regiões tropicais. São apresentadas as técnicas de trabalho de campo e de laboratório, em particular o modo de depósito dos carvões de origem arqueológica, amostragem antracológica, concentração do material, constituição de coleções de referência, utilização de bancos de dados antracológicos, determinação dos carvões e dimensão dos fragmentos identificados, assim como uma discussão sobre amostras flotadas, considerando os fragmentos que bóiam e o refugo de peneira.

**Palavras-chave:** antracologia, carvão, banco de dados, microscopia, flotação.

**ABSTRACT:** Theory and methods in anthracology. 2 - Field and laboratory techniques.

This paper presents a suite to a series of articles on the anthracological methodology in the tropics. We discuss here the techniques of field and laboratory work, especially the way archaeological charcoal is deposited, anthracological sampling, concentration of the material, constitution of reference collections, use of charcoal data-bases, charcoal determination, and dimension of charcoal pieces that can be identified, as well as a discussion on the flotation technique.

**Key words:** anthracology, archaeological charcoal, data-base, microscopy, flotation.

### INTRODUÇÃO

A identificação de espécies a partir de material carbonizado é bastante antiga (HEER, 1866; PREJAWA, 1896; BREUIL, 1903), mas o método utilizado na época, a confecção e análise de lâminas finas, era lento e difícil, e as pesquisas não podiam almejar a reconstituição paleoambiental. A utilização da microscopia de luz refletida (WESTERN, 1963; VERNET, 1973) possibilitou a multiplicação das análises antracológicas, facilitando o estudo dos carvões e propiciando o desenvolvimento de abordagens paleoecológicas e paleoetnológicas, além de ensejar a realização de pesquisas metodológicas.

Este desenvolvimento levou os pesquisadores a aprimorar também os métodos de amostragem no campo, assim como a aprofundar uma série de questionamentos teóricos sobre a pertinência e a validade dos estudos antracológicos (cf. SCHEEL-YBERT, 2004). Ainda que a preocupação com a análise metodológica tenha se desenvolvido muito entre os antracólogos nas últimas décadas, a maior

parte dos trabalhos foi realizada em regiões mediterrâneas e temperadas da Europa (CHABAL, 1988, 1997; HEINZ, 1990; BADAL-GARCIA & HEINZ, 1991; THÉRY-PARISOT, 2001) e, em menor grau, nos Estados Unidos (SMART & HOFFMAN, 1988). Uma grande parte dos princípios estabelecidos por estes autores pode ser aplicada aos estudos de antracologia tropical, mas a definição de procedimentos metodológicos adaptados aos trópicos é muito importante, devido às especificidades de seus diversos ambientes.

A antracologia é uma disciplina relativamente nova no Brasil (SCHEEL, GASPAS & YBERT, 1996a, 1996b; SCHEEL-YBERT, 1998, 1999, 2000, 2001; SCHEEL-YBERT *et al.*, 2003), onde a necessidade de adaptação da metodologia de coleta de campo se fez sentir desde os primeiros trabalhos. Até hoje, ainda é raro que os arqueólogos brasileiros colem os carvões de modo sistemático, pois este material costuma ser considerado exclusivamente como uma possível fonte de datações radiocronológicas. Esta atitude, aliás, não é restrita à arqueologia brasileira, e foi observada também em Portugal

<sup>1</sup> Submetido em 10 de fevereiro de 2004. Aceito em 22 de novembro de 2004.

Apoio financeiro: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq – PROFIX nº 540207/01-2) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ – E-26/152.430/02: Projeto “Soberanos da Costa”, coordenado por M.D.Gaspar)

<sup>2</sup> Museu Nacional/UFRJ, Departamento de Antropologia. Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: Rita@Scheel.com.

(FIGUEIRAL, 1994) e na Itália (FIORENTINO, 1995), por exemplo.

Este artigo tem como objetivo ressaltar a importância da coleta sistemática dos carvões e apresentar aos arqueólogos e futuros antracólogos brasileiros uma metodologia adaptada.

## TÉCNICAS DE CAMPO

### 1. MODO DE DEPÓSITO DOS CARVÕES

A metodologia de amostragem antracológica deve ser adaptada em função do modo de depósito dos carvões. A distinção entre os carvões concentrados nas estruturas de combustão e os carvões dispersos nas camadas arqueológicas é fundamental, pois estes dois tipos de depósito fornecem informações distintas e, em consequência, devem ser coletados separadamente. Os carvões concentrados são mais visíveis durante a escavação, mas as camadas arqueológicas em geral apresentam também uma grande quantidade de carvões dispersos no sedimento (CHABAL, 1988, 1997; HEINZ, 1990; BADAL-GARCIA & HEINZ, 1991), provenientes da dispersão dos fragmentos de queima ou da limpeza periódica de fogões ou fogueiras.

Os sedimentos da maior parte dos sítios arqueológicos brasileiros contêm uma grande quantidade de fragmentos de carvão dispersos. É provável que eles tenham sido originados pela queima de lenha doméstica, mas essa hipótese ainda deve ser confirmada na maioria dos casos. No caso de sambaquis do litoral brasileiro, foi demonstrado que os carvões dispersos provinham efetivamente da lenha coletada para uso doméstico, para a qual não havia seleção (SCHEEL-YBERT, 1999, 2001). A análise de fragmentos de carvão provenientes de várias coletas de madeira (lenha) sucessivas ao longo do período de ocupação, que representem uma boa amostragem da vegetação contemporânea, é uma premissa indispensável para uma boa interpretação paleoecológica baseada neste material (SCHEEL-YBERT, 2004).

Os carvões concentrados freqüentemente se originam de fogos, fogões ou fogueiras que tiveram uma curta utilização no tempo, ou representam apenas os restos da última queima neles realizada, o que implicaria numa amostra pouco significativa da vegetação como um todo. Eles podem também estar relacionados a atividades especializadas, por exemplo materiais de construção ou objetos manufaturados queimados acidentalmente, queima de cerâmica ou, em outras regiões do mundo, fornos de padaria, de metalurgia etc., que muitas vezes requerem um combustível

especial mas que podem ser reconhecidos no campo a partir de critérios arqueológicos. As estruturas contendo carvões concentrados sempre devem ser coletadas separadamente, pois seu estudo oferece importantes informações paleoetnológicas.

Em regiões temperadas, considera-se que as interpretações paleoecológicas devem ser baseadas exclusivamente nos fragmentos de carvões dispersos. Não só estes fragmentos recobrem um período de atividades mais longo, mas principalmente porque se considera que o estudo de carvões concentrados fornece resultados qualitativos e quantitativos incompletos e aberrantes do ponto de vista paleoecológico (HEINZ, 1990). Diversos autores observaram que as amostras de fogueiras (carvões concentrados) fornecem geralmente um número de *taxa* inferior àquele encontrado nos carvões dispersos nos sedimentos arqueológicos, e que eles são freqüentemente sub- ou super-representados (HEINZ 1990; BADAL GARCIA & HEINZ 1991; BADAL GARCIA 1992).

No entanto, CHABAL (1989a) e THIÉBAULT (1995) observaram que em certos casos os carvões de fogueiras fornecem informações bastante precisas sobre o paleoambiente vegetal; para isso, é necessário que a amostra apresente uma grande riqueza taxonômica, associada a um longo tempo de utilização. PERNAUD (1992) concorda que os carvões concentrados em certas estruturas podem fornecer uma imagem válida do ambiente vegetal, mas alerta que é somente a análise dos fragmentos dispersos que confirma, ou não, a validade das interpretações obtidas.

Na zona tropical, só existe até agora um estudo sobre esta questão (SCHEEL-YBERT, 1998). Diversas amostras de carvões concentrados de fogueiras de sambaquis foram analisadas no sudeste do Estado do Rio de Janeiro, demonstrando que eles em geral apresentam uma grande diversidade florística e permitem em todos os casos a dedução de um ambiente vegetal que é qualitativamente semelhante ao que é verificado pelo estudo dos carvões dispersos. Isso tende a mostrar que, em teoria, o estudo de carvões concentrados fornece, nos trópicos, informações paleoecológicas fiáveis, desde que se disponha de um grande número de fogueiras, contendo uma grande quantidade de fragmentos, em cada camada arqueológica. Na prática, esta condição é muito dificilmente preenchida, de modo que, em função do mínimo amostral, as análises paleoecológicas devem ser preferencialmente baseadas no estudo dos carvões dispersos.

## 2. AMOSTRAGEM ANTRACOLÓGICA

Uma análise antracológica qualitativa e quantitativa confiável só é possível a partir da análise de um grande número de carvões para cada estrato<sup>3</sup>, de modo que a superfície do sítio arqueológico deve ser amostrada o mais amplamente possível, para cada nível estratigráfico.

O ideal é que a amostragem antracológica seja feita concomitantemente à escavação arqueológica, a qual deve seguir o método de decapagem de camadas naturais em superfícies amplas, a fim de obter resultados que permitam boas interpretações paleoecológicas e paleoetnológicas e que levem em conta as eventuais heterogeneidades locais do sítio. O método geralmente preconizado para a amostragem concomitante à escavação consiste na amostragem sistemática do sítio seguindo uma malha de 1m<sup>2</sup>. Deve-se coletar uma amostra em cada quadrícula, em cada decapagem. A superfície a ser

amostrada deve perfazer entre ¼ e a totalidade de cada metro quadrado, em função da riqueza da camada em carvões (CHABAL, 1988).

Este método pode ser adaptado, seja em razão de contingências da escavação arqueológica (SCHEEL-YBERT, 1998), seja devido à abundância de carvões no sítio (SCHEEL-YBERT & SOLARI, no prelo).

No caso do Sambaqui Ilha da Boa Vista I (Estado do Rio de Janeiro), por exemplo, cuja escavação foi feita pelo método de decapagem de superfícies amplas, a malha de quadriculamento adotada pelos arqueólogos foi de 2 metros de lado (BARBOSA, GASPAS & BARBOSA, 1994). A amostragem antracológica foi feita em quadrículas alternadas, coletando-se, em cada decapagem, um balde de 10 litros de sedimento em seções de 30 x 30cm situadas no ângulo nordeste de cada quadrícula (Fig.1). Este material foi peneirado a seco, no campo, com malha de 4 mm e reservado para flotação e triagem posterior.

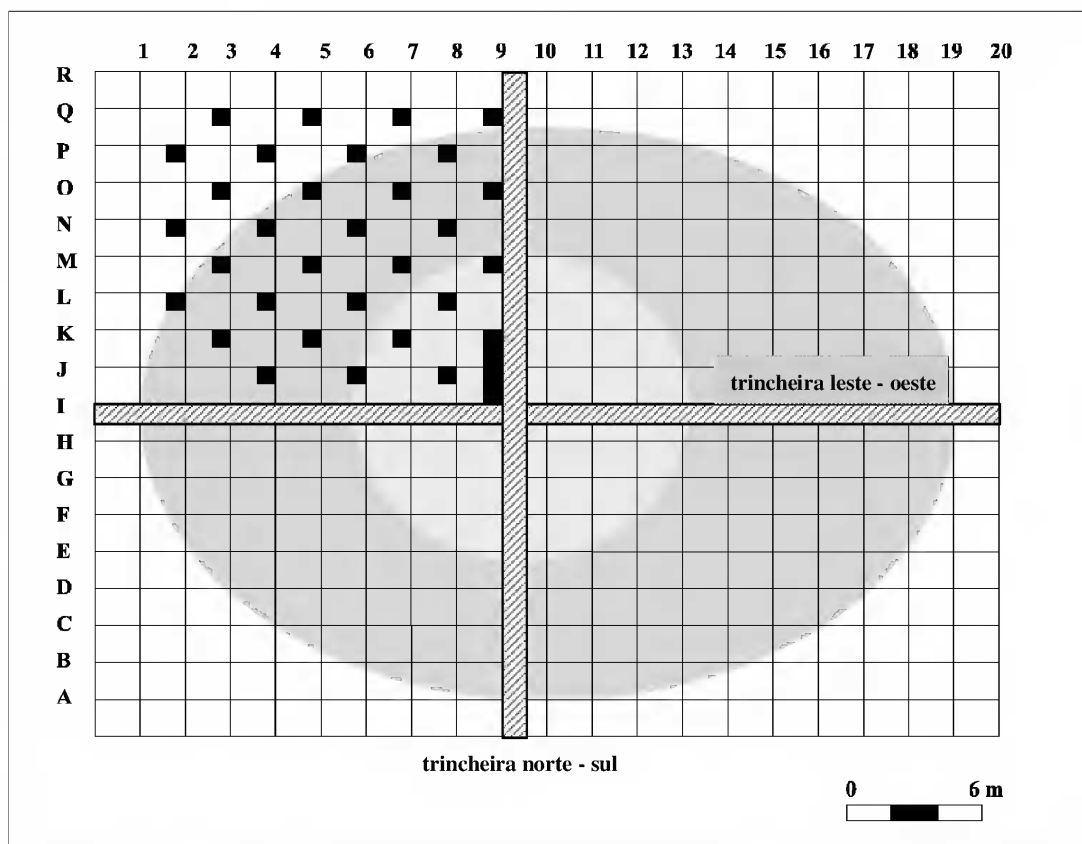


Fig.1- Esquema do quadriculamento do Sambaqui da Ilha da Boa Vista I, com localização das quadrículas amostradas e do perfil antracológico (■) em escala exagerada. A elipse cinza escuro representa a superfície do sítio; o círculo cinza claro representa a área de maior concentração dos vestígios de habitação (adaptado de BARBOSA, GASPAS & BARBOSA, 1994).

<sup>3</sup> Uma discussão sobre o número mínimo de carvões da amostra antracológica e sobre a validade amostral será apresentada em um artigo posterior desta série.

No caso do Abrigo Santa Elina (Estado de Mato Grosso), sítio que se caracteriza pelo excelente estado de conservação dos macro-restos vegetais e pela grande abundância de carvões (SCHEEL-YBERT & SOLARI, no prelo), a malha definida durante a escavação arqueológica foi de 1 metro de lado. A amostragem antracológica foi inicialmente feita em todas as quadrículas, nas quais foi coletado sedimento em seções correspondentes a  $\frac{1}{4}$  de cada metro quadrado, em cada decapagem. Este material foi peneirado a seco com malha de 4mm e os carvões foram recuperados por triagem manual diretamente no campo. A quantidade excessiva de carvões obtida levou a uma redução da amostragem em campanhas posteriores, que continuou sendo feita em seções de  $\frac{1}{4}$  de metro quadrado, mas em quadrículas alternadas. Ainda assim, uma grande quantidade de carvões foi coletada.

Na arqueologia brasileira, limitações de tempo e dinheiro freqüentemente conduziram os arqueólogos a realizar escavações em pequenas trincheiras, baseadas em decapagens artificiais e com recuperação parcial dos vestígios. Embora esta tendência esteja sendo revertida, escavações em superfícies amplas ainda são relativamente raras, de modo que a amostragem antracológica deve sempre ser feita de acordo com o modo de escavação escolhido e as condições encontradas pela equipe que estuda o sítio. Nos casos em que uma amostragem por superfícies amplas não é possível, ou em sítios nos quais as escavações tenham sido realizadas previamente, sem recuperação dos carvões, pode-se proceder à amostragem antracológica pelo método de perfis. Este método também pode ser utilizado em associação ao método de amostragem sistemática.

No caso de amostragem de solos, a coleta é feita exclusivamente ao longo de perfis, por decapagem de camadas sucessivas em níveis artificiais.

A amostragem em perfil padronizada por nossa equipe segue seções de 2m de largura por 50cm de profundidade (ou seja, 1m<sup>2</sup>); a decapagem é feita em níveis artificiais de 10cm de espessura. Nos casos em que a estratificação natural da camada arqueológica estiver em discordância com os níveis artificiais, é importante sempre proceder de modo a não misturar o material proveniente de sedimentos diferentes. Deve-se também sempre coletar as amostras de carvões concentrados separadamente.

Freqüentemente é difícil manter-se constantes a horizontalidade e a espessura dos níveis artificiais

neste tipo de amostragem. Por isso, foi concebido um “guia de amostragem”, muito simples de construção e de utilização, que facilita a realização das amostragens em níveis regulares (YBERT, SCHEEL & GASPAR, 1997).

Por outro lado, deve-se sempre evitar “raspar” o sedimento com a colher durante a coleta para amostragem antracológica, a fim de não esmagar os carvões. Preferencialmente, deve-se retirar pequenos blocos de sedimento e colocá-los no balde. O mesmo deve ser observado durante a peneiragem; a utilização da pazinha para “ajudar” o sedimento a passar pela peneira destrói os carvões e impossibilita sua análise, ainda mais quando o sedimento está molhado. Deve-se evitar inclusive esmagar o sedimento contra a peneira, mesmo com as mãos, a fim de não destruir os carvões que se pretende analisar.

### 3. CONCENTRAÇÃO DO MATERIAL

De um modo geral, três métodos de recuperação dos carvões podem ser utilizados: coleta manual, peneiragem ou flotação (BADAL *et al.*, 1989; FIGUEIRAL, 1992).

A coleta manual dos carvões só é indicada para os carvões concentrados. Ela é útil no caso da identificação de estruturas no campo, por exemplo fogueiras ou estacas queimadas, para dar informações sobre a associação de restos botânicos com outros tipos de vestígios, e também para datação. No entanto, este método não deve ser utilizado como único modo de amostragem antracológica, pois geralmente só leva em conta os fragmentos maiores, resultando inevitavelmente numa amostra distorcida.

A utilização da peneira garante uma melhor amostragem, sendo importante para revelar os carvões dispersos contidos no sedimento arqueológico. No entanto, é fundamental que todos os fragmentos de carvão retidos pela peneira sejam coletados, pois a seleção das peças maiores ou mais bem conservadas introduz um elemento de escolha subjetiva que acarretará erros de interpretação.

Em regiões tropicais, a concentração do material arqueológico deve ser feita utilizando-se peneiras de malha de 4mm (*vide “Dimensão dos fragmentos identificados”*). Podem-se usar peneiras de malha inferior, mas nunca superior.

Tanto no caso de amostragem sistemática em superfícies amplas, quanto de coletas em perfil, o sedimento deve ser coletado em baldes. Deve-se sempre anotar a quantidade de baldes retirada em

cada unidade, a fim de se ter uma estimativa mais precisa do volume de sedimento amostrado. Sempre que possível, deve-se pesar o sedimento contido nos baldes. Estes dados são importantes para se comparar a abundância relativa de carvões entre as diversas camadas de um sítio ou entre sítios diferentes, o que só é possível quando se conhece o tamanho exato da amostra (superfície amostrada, volume, peso do sedimento amostrado etc.).

A peneiragem a seco, relativamente fácil, pois normalmente faz parte da cadeia operatória da escavação arqueológica, em geral é insuficiente para uma concentração eficaz da amostra antracológica. Embora o ideal seja peneirar o sedimento uma única vez, isto nem sempre é possível, devido a limitações técnicas. Por isso pode-se, por exemplo, peneirar o sedimento a seco no campo, a fim de diminuir a quantidade a ser transportada, e fazer a flotação posteriormente.

A peneiragem com água pode ser feita por imersão parcial das peneiras num tanque, piscina ou equivalente, ou lavando-se o sedimento da peneira com uma mangueira. A peneiragem com mangueira, muito útil para outras disciplinas, principalmente a zooarqueologia, costuma ser inadequada para a recuperação dos restos vegetais, que podem ser pulverizados pelo jato de água ou pelos instrumentos utilizados para revolver o material.

O maior problema envolvido na utilização de peneiras para a amostragem antracológica decorre do enorme volume de material a ser triado, em particular para os níveis ricos em conchas (no caso de sambaquis) ou em cascalho, tornando este método, em geral, lento e pouco produtivo.

A flotação é o método ideal para recuperação dos restos vegetais, pois implica em menor esforço metodológico e maior eficiência, além de ser o menos agressivo para o material. A flotação permite a recuperação de material botânico de todas as classes de tamanho preservadas no sedimento. Os fragmentos de carvão sendo de pequenas dimensões e muito leves, sua capacidade de flutuação pode ser aproveitada para separá-los do material mais pesado. Além disso, na medida em que uma parte do material flutua e a outra permanece retida pela peneira da célula de flotação, este método facilita a separação de numerosos outros restos, úteis a outras disciplinas (sementes, moluscos, ossos de peixe, cerâmica, fauna etc.).

O princípio de funcionamento de uma “célula de flotação” é bastante simples. Consiste em lavar o sedimento, depositado em uma peneira submersa

numa cuba, em uma corrente de água turbilhonante. Os carvões, liberados do sedimento, são levados à superfície da água e em direção à periferia da cuba, caindo sobre uma peneira de malha fina onde os elementos sólidos são recuperados (YBERT, SCHEEL & GASPAR, 1997; PEARSALL, 2000). Esta técnica é baseada na diferença de densidade dos resíduos orgânicos e inorgânicos. Fragmentos carbonizados de madeira, sementes ou tubérculos em geral flutuam, enquanto restos de moluscos, ossos e cerâmica, são depositados na peneira.

Existem vários modelos de células de flotação, desde o artesanal, baseado na imersão de um balde numa cuba maior contendo água, até os mais elaborados, com assistência mecânica. O modelo de uma célula de flotação desenvolvido no Brasil foi apresentado por YBERT, SCHEEL & GASPAR (1997); vários modelos utilizados nos Estados Unidos e na Europa foram apresentados por PEARSALL (2000).

Se existir uma fonte de água nas proximidades do sítio, a flotação pode ser feita diretamente no campo. Quando possível, deve-se esvaziar sistematicamente a cuba da célula de flotação após o tratamento de cada amostra, a fim de evitar contaminação entre amostras diferentes, especialmente quando existe a possibilidade de se fazer uma datação radiocarbônica posterior (*vide “Análise e identificação dos carvões”*). No campo ou no laboratório, o sedimento que permanece sobre a peneira (refugo de peneira) deve ser sistematicamente triado, a fim de recuperar os fragmentos de carvão que não flutuaram (*vide “Amostras flotadas: fragmentos flutuantes e refugo de peneira”*).

O material peneirado com água ou submetido a flotação deve ser seco longe de uma fonte de calor intensa para evitar sua fragmentação e deterioração da estrutura anatômica. A utilização de cones de papel jornal é muito prática para secar os fragmentos, que em seguida devem ser acondicionados em sacos plásticos, mas deve ser evitada quando se intenciona fazer a datação dos carvões. Os carvões não devem ser manipulados até sua secagem completa, a fim de evitar uma quebra acidental.

#### 4. AMOSTRAS FLOTADAS: FRAGMENTOS FLUTUANTES E REFUGO DE PENEIRA

Num estudo feito em diferentes frações resultantes da flotação de uma amostra do sítio de Lattara, na região mediterrânea da França, foi observado que

o refugo da peneira contém tantos fragmentos quanto a fração flotada (que bôia), mas que a riqueza taxonômica é muito mais elevada nesta última (CHABAL, 1989b, 1997). A autora considera esse fato como uma regra geral, e acredita que a flotação provoque uma triagem desigual em função do peso dos fragmentos: apenas os maiores fragmentos seriam retidos na peneira (o que explicaria a menor riqueza taxonômica do refugo da peneira) e somente eles sofreriam uma refragmentação posterior (o que explicaria o mesmo número de fragmentos nas duas frações).

No estudo antracológico do Sambaqui do Forte (Cabo Frio, Estado do Rio de Janeiro), a fração flotada e o refugo da peneira de 32 amostras foram coletados e analisados separadamente (SCHEEL-YBERT, 1998). A quantidade de fragmentos em cada uma destas frações é muito variável de um nível a outro, mas os carvões flotados são em geral predominantes. No plano qualitativo, observou-se que certos *taxa* se encontram sempre preferencialmente no refugo da peneira (p.ex. *Condalia* sp) ou nos carvões flotados (p.ex. *Maytenus* sp, *Pachystroma* sp), enquanto outros podem ser, de acordo com as amostras, mais abundantes em uma fração ou em outra (p.ex. Myrtaceae tipo 1 e tipo 5). A riqueza taxonômica das duas frações é, em geral, comparável (Fig.2). Além disso, não foi notada nenhuma diferença de repartição de tamanho entre os carvões flotados e os que permaneceram na peneira, e nós consideramos que não existe nenhuma razão que possa explicar que uma refragmentação posterior afete os fragmentos de somente uma das duas frações.

A melhor forma de explicar as variações observadas são as diferenças de características físicas entre os *taxa*, especialmente a densidade, mas também a presença eventual de impregnações calcárias, que tendem a aumentar a densidade dos fragmentos e, logo, a impedi-los de flutuar. Nos casos em que o sedimento arqueológico está molhado, os carvões também ficam encharcados, o que aumenta sua densidade e impede a flutuação. Por outro lado, é provável que o fenômeno de vitrificação<sup>4</sup> também esteja relacionado. De fato, os fragmentos de *Condalia* sp, encontrados principalmente na fração não-flotada, estavam sempre vitrificados. Durante

a flotação de amostras de fornos de carvoeiros, os fragmentos vitrificados afundam sistematicamente, ao contrário dos não vitrificados (P. OGÉREAU, com. pes., 1998). A vitrificação, que provoca a fusão das paredes celulares, diminui os espaços vazios no interior do carvão, o que resulta num aumento de densidade do carvão.

Apesar de discordar de suas hipóteses, há concordância com CHABAL (1989b, 1997) quanto à necessidade de se triar sistematicamente o refugo de peneira após a flotação e de se analisar os fragmentos das duas frações, a fim de obter uma imagem mais representativa da composição taxonômica da amostra antracológica.

## TÉCNICAS DE LABORATÓRIO

### 1. ANÁLISE E IDENTIFICAÇÃO DOS CARVÕES

A determinação taxonômica dos carvões fósseis é feita pela comparação de sua estrutura anatômica, que se conserva perfeitamente após carbonização, com aquela do lenho de espécies atuais conhecidas, seja diretamente a partir de amostras carbonizadas contidas numa coleção de referência, seja através de descrições e/ou fotografias de obras da literatura.

Existe um grande número de atlas de anatomia da madeira relativos às espécies mediterrâneas e temperadas (GREGUSS, 1959; SCHWEINGRUBER, 1978, 1990; VERNET *et al.*, 2001 etc.), mas eles são raros nas zonas tropicais e, quando existentes, se referem mais especificamente à região amazônica (DÉTIENNE & JACQUET, 1983; DECHAMPS, 1979, 1980, 1985), ou são especializados em madeiras comerciais (MAINIERI & CHIMELO, 1989), com raras exceções (BARROS & CALLADO, 1997). Existem também livros gerais de anatomia que, embora bastante completos, não têm vocação para "atlas" (METCALFE & CHALK, 1950).

Uma importante série de trabalhos referentes às madeiras americanas foi publicada por RECORD e HESS (RECORD, 1942, 1943a, b, 1944a, b, c, d, e; HESS, 1946, 1948; RECORD & HESS, 1943, entre outros). Suas chaves de determinação são muito úteis, mas a raridade das ilustrações torna difícil a utilização destes trabalhos para a determinação antracológica. Este é o caso também das obras de

<sup>4</sup> Fenômeno de fusão e de homogeneização das paredes celulares do carvão, que adquire um aspecto vitrificado e muito refringente. Apesar do nome, este fenômeno não tem relação com a fusão do silício, que só ocorre em temperaturas muito altas (ca. 1300 a 1400°C). Corpos silicosos intactos são freqüentemente encontrados no interior de células carbonizadas, e servem como critério de determinação.

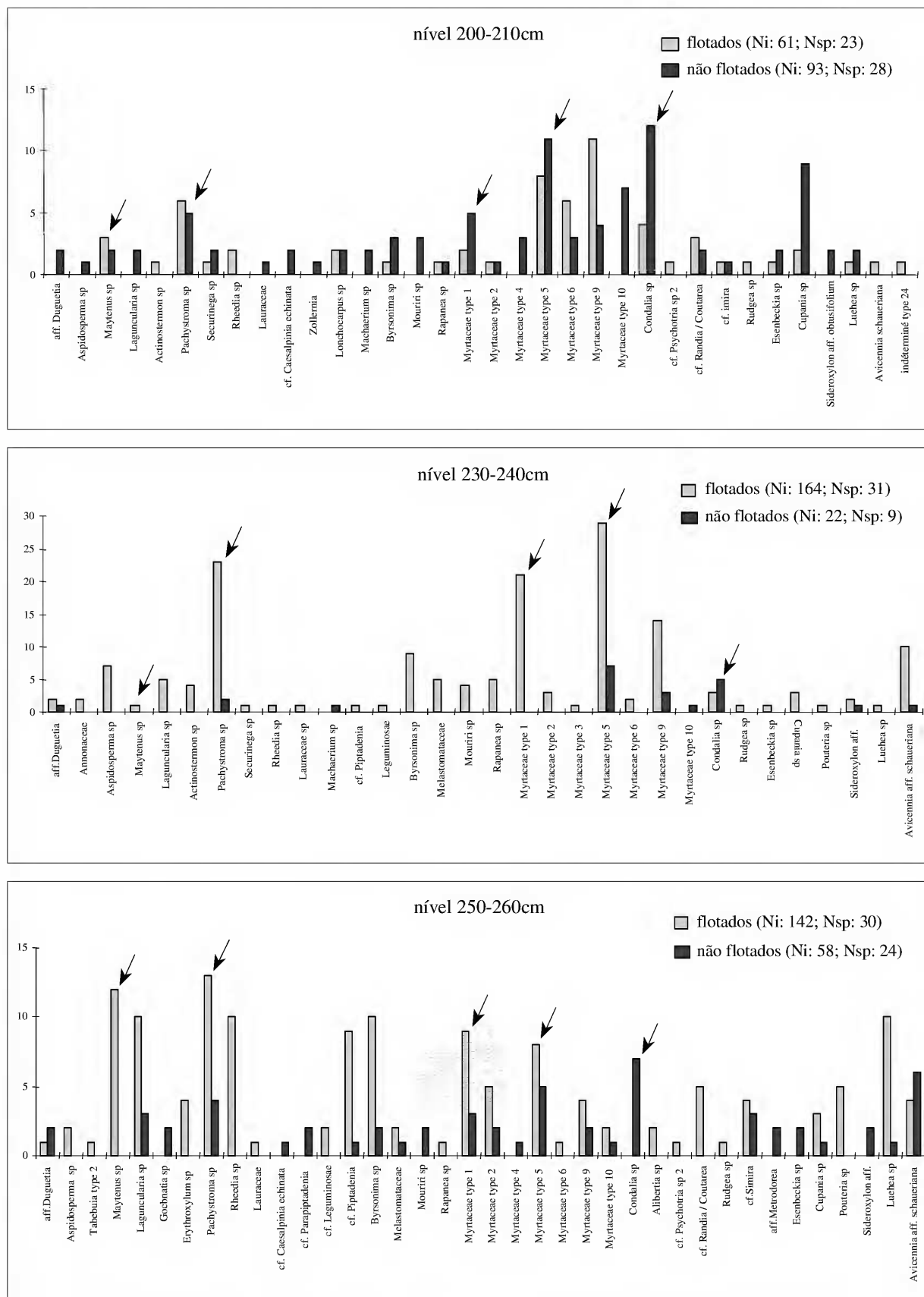


Fig.2- Proporção entre carvões flotados e não flotados em três níveis diferentes do Sambaqui do Forte (RJ), em número de fragmentos; (→) taxa mencionados no texto.

DECHAMPS (1979, 1980, 1985). Pode-se utilizar também um grande número de artigos especializados na anatomia de espécies atuais, que é impossível citar por extenso. Para uma excelente compilação das referências bibliográficas sobre a anatomia sistemática da madeira de espécies atuais publicadas de 1900 até 1993, ver GREGORY (1994).

A análise dos fragmentos de carvão a serem identificados é feita em microscópio óptico de luz refletida com campo claro e campo escuro, a partir da quebra manual dos fragmentos segundo os três planos fundamentais da madeira: transversal, longitudinal tangencial e longitudinal radial (Fig.3). Para as identificações, uma grande importância deve ser dada aos caracteres qualitativos (disposição dos poros e do parênquima, seriação dos raios, ornamento das pontuações intervasculares, tamanho e forma das pontuações radiovasculares, presença de canais, corpos silicosos etc.), mas deve-se levar em conta também as medidas dos caracteres anatômicos. Informações sobre o estudo da anatomia da madeira podem ser encontradas na literatura especializada (BURGER & RICHTER, 1991; IAWA COMMITTEE, 1989; METCALFE & CHALK, 1950; etc.).

A utilização de técnicas de microscopia mais avançadas, como por exemplo o contraste interferencial (DIC), pode ser muito útil para uma melhor visualização dos caracteres anatômicos, em particular detalhes observados em maior aumento, como por exemplo as características das pontuações. Observações em microscopia eletrônica de varredura (MEV) também podem ser feitas, a fim de confirmar as determinações ou para representação fotográfica das amostras. Embora BLANKENHORN, JENKINS & KLINE (1972) e CUTTER, CUMBIE & MCGINNES (1980) façam referência à boa condutividade dos carvões, que tornaria inútil qualquer preparação antes da observação em MEV, nós obtivemos melhores resultados com uma metalização prévia com platina.

Note que, como nenhum tratamento químico é efetuado, é possível obter-se, após a determinação anatômica no microscópio óptico, uma datação de  $^{14}\text{C}$  no mesmo fragmento (VERNET, BAZILE & EVIN, 1979), o que é muito interessante quando a quantidade de carvões coletada é pequena.

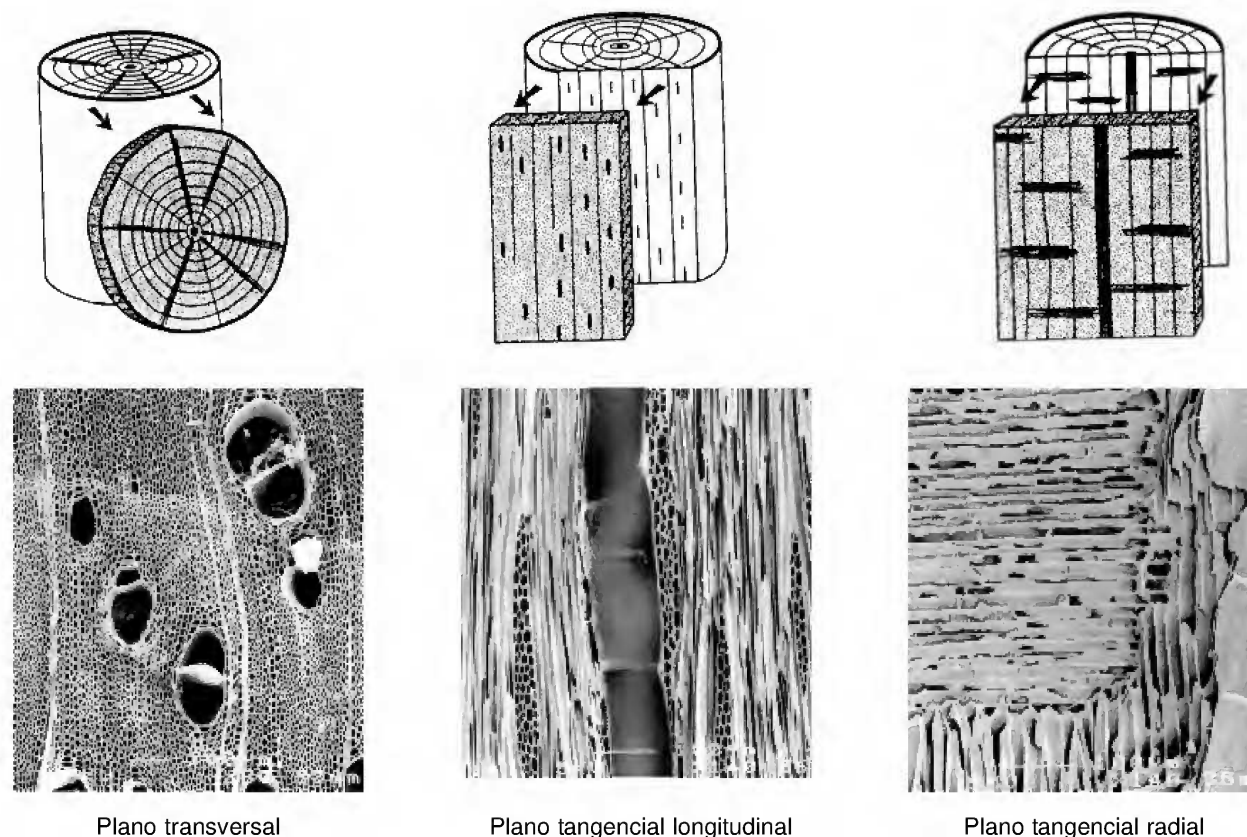


Fig.3- Os três planos fundamentais da madeira: relação com o eixo do lenho e imagens em microscopia eletrônica de varredura (Leguminosae Caesalpinoideae: *Cassia speciosa* Schrad.).



## 2. DIMENSÃO DOS FRAGMENTOS IDENTIFICADOS

Fragmentos de carvão de apenas 0,5mm de lado podem ser identificados, especialmente no caso das gimnospermas de regiões temperadas (VERNET, BAZILE & EVIN, 1979), mas em fragmentos tão pequenos a determinação é em geral longa, difícil e imprecisa (CHABAL, 1988; SCHEEL-YBERT, 2000). Quanto menor o fragmento, mais difícil será sua determinação, e mais elevado será o nível taxonômico alcançado. O estudo de fragmentos muito pequenos, além de aumentar o esforço de determinação, tem como consequência diminuir a precisão da determinação taxonômica.

Em regiões tropicais, fragmentos cujo lado maior é inferior a 4mm são muito dificilmente identificáveis, pois eles não costumam reunir um conjunto de caracteres anatômicos suficientemente amplo para permitir sua determinação, sequer no nível de família (SCHEEL-YBERT, 2000, 2001).

A precisão de determinação possível em regiões onde a diversidade florística é menor não será provavelmente jamais alcançada em estudos nos trópicos. Contudo, uma diminuição no grau de incerteza das determinações pode ser obtida levando-se em consideração sistematicamente um grande número de caracteres anatômicos em cada amostra, o que impõe um tamanho mínimo para os fragmentos estudados e torna necessária a utilização de um máximo de dados da literatura, de uma boa coleção de referência e de um banco de dados o mais completo possível.

## 3. CONSTITUIÇÃO DE UMA COLEÇÃO DE REFERÊNCIA

De modo geral, a anatomia de madeiras tropicais é muito pouco conhecida, especialmente no Brasil. Na maioria dos casos, os trabalhos existentes na literatura são insuficientes para a determinação da maioria das espécies lenhosas encontradas nas análises antracológicas. Em consequência, a elaboração de coleções de referência de madeiras e de carvões atuais para as diferentes associações vegetais encontradas na região de estudo é indispensável.

As amostras podem ser obtidas a partir de coletas de campo ou de doações de xilotecas. Quando se faz amostragem no campo, é indispensável coletar também material fértil (flores e frutos), a fim de produzir exsiccatas que permitam a identificação taxonômica do material por especialistas.

Todas as amostras de madeira atual obtidas devem ser, na medida do possível, divididas em duas partes: uma parte deve ser conservada intacta e a

outra deve ser carbonizada visando sua inclusão na coleção de referência. As amostras carbonizadas não devem medir menos de 1cm de lado.

Idealmente, a carbonização é feita em um forno a mufla, no qual as amostras são carbonizadas a 400°C durante 40 minutos. Cada amostra de madeira deve ser embrulhada em papel alumínio, com o número de referência escrito a lápis, na madeira, e com caneta permanente, no papel alumínio.

Quando não se dispõe de um forno, as amostras de madeira podem ser queimadas em uma fogueira (G.WILLCOX, com.pes., 1996), embrulhadas em papel alumínio e com as referências de cada amostra marcadas, por exemplo, em etiquetas de alumínio escritas em baixo-relevo. Embora o grafite seja resistente à queima, não se deve confiar exclusivamente na referência escrita a lápis sobre a madeira, pois pode ocorrer uma deposição de óleos e graxas que cobre a superfície da amostra.

Após carbonização, as amostras devem ser organizadas de forma a facilitar seu acesso e consulta. A melhor solução que encontramos é a utilização de organizadores com pequenas gavetas (Fig.4). Cada gaveta é etiquetada com o nome da espécie e o número de referência, mas um arquivo completo contendo todas as informações de coleta também deve ser feito.

## 4. CARACTERÍSTICAS DA MADEIRA CARBONIZADA

A constituição de coleções de referência de madeira carbonizada é fundamental, em particular devido às eventuais modificações estruturais do lenho após combustão.

Embora não afete a organização dos tecidos do lenho, o processo de carbonização pode resultar em variações dos caracteres morfométricos (tamanho das células), as quais são devidas a uma importante reorganização estrutural da madeira submetida a fortes temperaturas. O aumento da temperatura provoca a degradação da celulose e da hemicelulose e o rearranjo do carbono numa estrutura semelhante à grafite, acompanhados da destruição da estrutura microfibrilar da madeira (MCGINNES, KANDEEL & SZOPA, 1971). Experimentos de carbonização de amostras de *Quercus alba* mostraram que as alterações mais significativas concernem as dimensões das amostras, com uma retração que variou de cerca de -12% a -25% e que é mais elevada no plano tangencial longitudinal (MCGINNES, KANDEEL & SZOPA, 1971).



Fig.4- Aspecto dos organizadores contendo a coleção de referência de madeiras carbonizadas (antracoteca) do Laboratório de Antracologia do Museu Nacional.

A análise das respostas à carbonização de seis espécies africanas pertencentes a diversas famílias demonstrou que a natureza e a magnitude das modificações são muito variáveis, e em grande parte dependentes da natureza das fibras da madeira (PRIOR & GASSON, 1993). As variações nos caracteres morfológicos e anatômicos medidos são tão mais importantes quanto a temperatura de carbonização é mais elevada. Segundo estes resultados houve, após carbonização, uma dilatação das células de parênquima axial e uma diminuição significativa da altura dos raios lenhosos em todas as espécies, enquanto que as variações do diâmetro tangencial dos poros variou entre uma diminuição de -41% até uma dilatação de +28%.

Em consequência, tanto que nosso conhecimento dos processos de carbonização e das mudanças anatômicas que intervêm em sua estrutura durante sua transformação em carvão não serão completas,

deveremos utilizar os dados anatômicos quantitativos com muita prudência, especialmente quando compararmos carvões a amostras de madeira não-carbonizadas. Em todo caso, o grau de incerteza nas determinações será sempre minimizado pela utilização de uma coleção de referência de amostras carbonizadas.

##### 5. BANCO DE DADOS ANTRACOLÓGICO

A imensa riqueza da vegetação brasileira tem por consequência uma maior dificuldade de identificação das espécies que no caso de regiões onde a diversidade florística é menor. Para facilitar o processo de determinação dos fragmentos antracológicos, foi elaborado um programa que permitiu a constituição de um banco de dados informatizado (SCHEEL-YBERT, SCHEEL & YBERT, 1998). Esse programa funciona em Windows, foi escrito em Microsoft Access 2.0 e

posteriormente atualizado para Access 2000 (SCHEEL-YBERT, SCHEEL & YBERT, 2002). Os caracteres anatômicos utilizados foram baseados na lista-padrão proposta pela Associação Internacional de Anatomistas da Madeira (IAWA COMMITTEE, 1989).

Este programa permite a entrada de dados anatômicos referentes a carvões atuais (ou eventualmente a madeiras não carbonizadas), aos carvões fósseis e aos dados da literatura. Ele permite a realização de pesquisas baseadas em um ou mais caracteres, eventualmente com uma margem de erro que é estabelecida durante a consulta, isto é, um número definido de características das fichas-resultado que podem ser diferentes daquelas estabelecidas na ficha-consulta; as características discordantes aparecem marcadas em vermelho. Os resultados da pesquisa são apresentados por ordem de família e de espécie, mas podem ser ordenados de outra forma.

Pode-se imprimir relatórios sob a forma de fac-símile das fichas, ou de descrições anatômicas padronizadas. Neste último caso, o resultado da pesquisa é gravado sob forma de um arquivo-texto que pode ser lido por qualquer editor de texto. Até seis imagens podem ser associadas a cada ficha anatômica, e estas também podem ser impressas. Além disso, o programa é trilingue, e todas as opções podem ser lidas em português, francês ou inglês.

Os dados anatômicos de todas as amostras da coleção de referência foram incluídos no banco de dados, assim como tipos anatômicos encontrados em amostras arqueológicas. Informações sobre a ecologia e a área de distribuição geográfica das espécies foram incluídas para a maior parte dos *taxa*, a partir dos dados de coleta ou de informações obtidas na literatura.

O banco de dados se mostrou extremamente útil para a determinação de fragmentos fósseis, pois é possível utilizá-lo como chave de determinação. O principal interesse deste programa, além de sua eficácia e simplicidade de uso, é o fato de ter sido especialmente concebido para a identificação antracológica. De fato, se a maior parte dos caracteres qualitativos da madeira se conservam nos carvões (com exceção dos caracteres organolépticos, como cor, cheiro, densidade etc.), os parâmetros morfométricos, especialmente o tamanho das células, a espessura das paredes, o diâmetro dos poros e das pontuações, etc., podem variar (*vide* “*Características da madeira carbonizada*”). Por isso, a identificação taxonômica

não pode se basear exclusivamente na comparação das medidas dos caracteres anatômicos de um fragmento de carvão fóssil com aqueles de uma amostra de madeira atual não carbonizada.

## CONCLUSÃO

Os estudos antracológicos fornecem, a partir das mesmas amostras, informações importantes tanto no domínio das variações paleoambientais e paleoclimáticas quanto em aspectos paleoetnológicos. Estes dois temas interpretativos não são incompatíveis e podem ser abordados a partir do mesmo material, desde que se conheça a origem de cada amostra no contexto arqueológico. A intervenção do homem pré-histórico no transporte da madeira até o sítio arqueológico não invalida as reconstituições da vegetação passada baseadas na antracologia (SCHEEL-YBERT, 1998, 2000). Por outro lado, o uso da antracologia para as reconstituições paleoambientais não deve ofuscar as informações paleoetnológicas contidas na mesma amostra (SCHEEL-YBERT, 2001).

A amostragem de carvões com objetivos paleoecológicos deve obedecer a dois requisitos básicos: eles devem provir de uma utilização doméstica para combustível, e corresponder aos resíduos de uma atividade que tenha tido uma duração temporal suficientemente longa (CHABAL, 1992). O primeiro aspecto deve-se ao caráter pouco seletivo da coleta de madeira para lenha doméstica, ao contrário do que ocorre com a utilização da madeira para finalidades específicas (material de construção, fabricação de artefatos ou combustíveis especializados). O segundo, ao fato de que existe uma correlação direta entre o tempo de duração da coleta de lenha e a superfície da área de captação de recursos, cuja vegetação será certamente mais bem representada a partir de várias coletas de lenha durante o tempo de ocupação do sítio. Por isso, as análises paleoecológicas devem ser preferencialmente baseadas nos carvões dispersos, enquanto os carvões concentrados fornecem principalmente informações paleoetnológicas.

A imensa riqueza da vegetação tropical traz alguns problemas para a determinação taxonômica das espécies em fragmentos de carvões. A precisão da determinação é sensivelmente diminuída em relação às regiões temperadas, onde a diversidade florística é menor, e onde as determinações ao nível de espécie são bastante comuns. Apesar disso, os resultados obtidos até o momento mostram que os estudos antracológicos são perfeitamente aplicáveis a regiões

tropicais. Reconstituições paleoambientais muito satisfatórias podem ser obtidas mesmo com identificações taxonômicas limitadas ao gênero, e a abrangência das informações paleoetnológicas que podem ser obtidas é incalculável.

O desenvolvimento da antracologia no Brasil deve se acompanhar de um aprofundamento dos estudos metodológicos e tafonômicos e de um enriquecimento das coleções de referência. Estas pesquisas poderão contribuir, posteriormente, com estudos de modelização do ecossistema que levem em conta a atividade humana.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BADAL, E.; FIGUEIRAL, I.; HEINZ, C. & VERNET, J.L., 1989. Charbons de bois archéologiques méditerranéens: de la fouille à l'interprétation. **Acta Interdisciplinaria Archaeologica**, Nitra, **7**:7-22.
- BADAL-GARCIA, E. & HEINZ, C., 1991. Méthodes utilisées en antracologie pour l'étude de sites préhistoriques. In: WALDREN, W.H.; ENSENYAT, J.A. & KENNARD, R.C. (Eds.) *11nd Deya International Conference of Prehistory. Recent developments in Western Mediterranean prehistory: Archaeological techniques, technology and theory. v.1. British Archaeological Reports International Series*, Oxford, **573**:17-47.
- BADAL-GARCIA, E., 1992. L'antracologie préhistorique: à propos de certains problèmes méthodologiques. **Bulletin de la Société Botanique de France**, Paris, **Actualités botaniques**, **139**(2/3/4):167-189.
- BARBOSA, M.; GASPARG, M.D. & BARBOSA, D.R., 1994. A organização espacial das estruturas habitacionais e distribuição dos artefatos no sítio Ilha da Boa Vista I, Cabo Frio, RJ. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo, **4**:31-38.
- BARROS, C.F. & CALLADO, C.H. (Eds.), 1997. **Madeiras da Mata Atlântica: Anatomia do lenho de espécies ocorrentes nos remanescentes florestais do Estado do Rio de Janeiro, Brasil**. v.1. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 86p.
- BLANKENHORN, P.R.; JENKINS, G.M. & KLINE, D.E., 1972. Dynamic mechanical properties and microstructure of some carbonized hardwoods. **Wood and Fiber**, **4**(3):212-224.
- BREUIL, H., 1903. Les fouilles dans la grotte du Mas d'Azil (Ariège). **Bulletin Archéologique**, Paris, 421-436p.
- BURGER, L.M. & RICHTER, H.G. 1991. **Anatomia da madeira**. São Paulo: Ed. Nobel. 154p.
- CHABAL, L., 1988. Pourquoi et comment prélever les charbons de bois pour la période antique: les méthodes utilisées sur le site de Lattes (Hérault). **Lattara**, Lattes, **1**:187-222.
- CHABAL, L., 1997. Forêts et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive): L'antracologie, méthode et paléoécologie. **Documents d'Archéologie Française**, Paris, **63**:1-188.
- CHABAL, L., 1989a. Étude paléoécologique à partir des charbons de bois. In: FICHES, J.L. (Ed.) *L'oppidum d'Ambrussum et son territoire: fouilles au quartier du Sablas (Villetelle, Hérault). Collection des monographies du CRA*, Sophia Antipolis, **2**:180-192.
- CHABAL, L., 1989b. Perspectives antracologiques sur le site de Lattes (Hérault). **Lattara**, Lattes, **2**:53-72.
- CHABAL, L., 1992. La représentativité paléo-écologique des charbons de bois archéologiques issus du bois de feu. **Bulletin de la Société Botanique de France**, Paris, **Actualités botaniques**, **139**(2/3/4):213-236.
- CUTTER, B.E.; CUMBIE, B.G. & MCGINNIS, E.A., 1980. SEM and shrinkage analyses of southern pine wood following pyrolysis. **Wood Science and Technology**, Heidelberg, **14**:115-130.
- DECHAMPS, R., 1979. **Étude anatomique de bois d'Amérique du Sud. Volume I. Acanthaceae à Lecythidaceae**. Tervuren: Musée Royal de l'Afrique Centrale. 332p.
- DECHAMPS, R., 1980. **Étude anatomique de bois d'Amérique du Sud. Volume II. Leguminosae**. Tervuren: Musée Royal de l'Afrique Centrale. 229p.
- DECHAMPS, R., 1985. **Étude anatomique de bois d'Amérique du Sud. Volume III. Linaceae à Zygophyllaceae**. Tervuren: Musée Royal de l'Afrique Centrale. 471p.
- DÉTIENNE, P. & JACQUET, P., 1983. **Atlas d'identification des bois de l'Amazonie et des régions voisines**. Nogent-sur-Marne/Montpellier: Centre Technique Forestier Tropical. 640p.
- FIGUEIRAL, I., 1994. A antracologia em Portugal: progressos e perspectivas. **Actas dos Trabalhos de Antropologia e Etnologia**, Porto, **34**(3/4):427-444.
- FIGUEIRAL, I., 1992. Méthodes en antracologie: étude de sites du Bronze final et de l'âge du Fer du nord-ouest du Portugal. **Bulletin de la Société Botanique de France**, Paris, **Actualités botaniques**, **139**(2/3/4):191-204.
- FIORENTINO, G., 1995. New perspectives in antracological analysis. Palaeoecological and technological implications of charcoals found in the Neolithic flintmine at La Defensola (Vieste, Apulia, Italy). **Quaternaria Nova**, Roma, **5**:99-128.
- GREGORY, M., 1994. Bibliography of systematic wood anatomy of Dicotyledons. **IAWA Journal**, Leiden, suppl., **1**:1-266.
- GREGUSS, P., 1959. **Holzanatomie der Europäischen Laubhölzer und Sträucher**. Budapest: Akad. Kiadó. 330p.
- HEER, O., 1866. Pflanzen der Pfahlbauten. **Neujbl. Naturf. Ges. Zürich auf das Jahr**, Zurich, **1866**:1-54.

- HEINZ, C., 1990. Dynamique des végétations holocènes en Méditerranée nord occidentale d'après l'antracoanalyse de sites préhistoriques: méthodologie et paléoécologie. **Paléobiologie Continentale**, Montpellier, **16**(2):1-212.
- HESS, R.W., 1946. Keys to American woods. XVII. Woods with vasicentric tracheids. XVIII. Fibers with spiral thickenings. XIX. Special fibers in parenchyma-like arrangement. XX. Woods with unilaterally paratracheal parenchyma. **Tropical Woods**, **85**:11-19.
- HESS, R.W., 1948. Keys to American woods. XX. Woods with unilaterally paratracheal parenchyma. XXI. Parenchyma in numerous concentric bands. **Tropical Woods**, **94**:29-52.
- IAWA COMMITTEE, 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. WHEELER, E.A.; BAAS, P. & GASSON, P.E. (Eds.) **IAWA Bulletin, N.S.**, Leiden, **10**(3):219-332.
- MAINIERI, C. & CHIMELO, J.P., 1989. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. 2.ed. São Paulo: IPT. 418p.
- MCGINNES, E.A.; KANDEEL, S.A. & SZOPA, P.S., 1971. Some structural changes observed in the transformation of wood into charcoal. **Wood and Fiber**, **3**(2):77-83.
- METCALFE, C.R. & CHALK, C., 1950. **Anatomy of the dicotyledons**. 2 vol. Oxford: Clarendon Press. 1500p.
- PEARSALL, D.M., 2000. **Paleoethnobotany: A handbook of procedures**. 2.ed. San Diego: Academic Press. 700p.
- PERNAUD, J.M., 1992. L'interprétation paléoécologique des charbons concentrés dans des fosses dépotoirs protohistoriques du Carroussel (Louvre, Paris). **Bulletin de la Société Botanique de France**, Paris, **Actualités botaniques**, **139**(2/3/4):329-341.
- PREJAWA, H., 1896. Die Ergebnisse der Bohlweguntersuchungen in Grenzmoor zwischen Oldenburg und Preussen und in Mellinghausen im Kreise Sulingen. **Mitt. Ver. Gesch. Landeskde**, Osnabrück, **21**:98-178.
- PRIOR, J. & GASSON, P., 1993. Anatomical changes on charring six African hardwoods. **IAWA Journal**, Leiden, **14**(1):77-86.
- RECORD, S.J., 1942. Keys to American woods. I. Ring-porous woods. II. Woods with pores in ulmiform or dendritic arrangement. **Tropical Woods**, **72**:19-35.
- RECORD, S.J., 1943a. Keys to American woods. IV. Vessels virtually all solitary. V. Vessels with spiral thickenings. **Tropical Woods**, **73**:23-42.
- RECORD, S.J., 1943b. Keys to American woods. VI. Vessels with scalariform plates. VII. Vessels with very fine pitting. IX. Woods with conspicuous rays. **Tropical Woods**, **75**:8-26.
- RECORD, S.J., 1944a. Keys to American woods. X. Woods with storied structure. **Tropical Woods**, **76**:32-47.
- RECORD, S.J., 1944b. Keys to American woods. XI. Woods with resin or gum ducts. XII. Parenchyma reticulate. **Tropical Woods**, **77**:18-38.
- RECORD, S.J., 1944c. Keys to American woods. XIII. Woods with septate fibers. **Tropical Woods**, **78**:35-45.
- RECORD, S.J., 1944d. Keys to American woods. XIV. Dicotyledonous woods with xylem rays virtually all uniseriate. **Tropical Woods**, **79**:25-34.
- RECORD, S.J., 1944e. Keys to American woods. XV. Fibers with conspicuous bordered pits. XVI. Woods with oil (or similar) cells. **Tropical Woods**, **80**:10-15.
- RECORD, S.J. & HESS, R.W., 1943. **Timbers of the New World**. New Haven: Yale University Press. 640p.
- SCHEEL, R.; GASPAR, M.D. & YBERT, J.P., 1996a. A anatomia dos carvões pré-históricos. Arqueologia encontra respostas em restos de fogueiras e incêndios florestais. **Revista Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, **21**(122):66-69.
- SCHEEL, R.; GASPAR, M.D. & YBERT, J.P., 1996b. Antracologia, uma nova fonte de informações para a arqueologia brasileira. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo, **6**:3-9.
- SCHEEL-YBERT, R., 1998. **Stabilité de l'écosystème sur le littoral Sud-Est du Brésil à l'Holocène Supérieur (5500-1400 ans BP). Les pêcheurs-cueilleurs-chasseurs et le milieu végétal: apports de l'antracologie**. Tese de Doutorado. Montpellier: USTL, UM II. 3 vol. 520p.
- SCHEEL-YBERT, R., 1999. Paleoambiente e paleoetnologia de populações sambaquieiras do sudeste do Estado do Rio de Janeiro. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo, **9**:43-59.
- SCHEEL-YBERT, R., 2000. Vegetation stability in the Southeastern Brazilian coastal area from 5500 to 1400 <sup>14</sup>C yr BP deduced from charcoal analysis. **Review of Palaeobotany and Palynology**, Amsterdam, **110**:111-138.
- SCHEEL-YBERT, R., 2001. Man and vegetation in the Southeastern Brazil during the Late Holocene. **Journal of Archaeological Science**, San Diego, **28**(5):471-480.
- SCHEEL-YBERT, R., 2004. Teoria e métodos em antracologia. 1. Considerações teóricas e perspectivas. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, **62**(1):3-14.
- SCHEEL-YBERT, R. & SOLARI, M.E., no prelo. Macrorestos vegetais do Abrigo Santa Elina: Antracologia e Carpologia. In: VILHENA-VIALOU, A. & VIALOU, D. (Eds.) **Pré-história do Mato Grosso: uma pesquisa brasileira-francesa pluridisciplinar**. São Paulo: EDUSP.
- SCHEEL-YBERT, R.; GOUVEIA, S.E.M.; PESSENDA, L.C.R.; ARAVENA, R.; COUTINHO, L.M. & BOULET, R., 2003 - Holocene palaeoenvironmental evolution in the São Paulo State (Brazil), based on anthracology and soil  $\delta^{13}\text{C}$  analysis. **The Holocene**, Londres, **13** (1): 73-81.
- SCHEEL-YBERT, R.; SCHEEL, M. & YBERT, J.P., 1998. **Atlas Brasil: Banco de dados antracológicos e chave computadorizada para determinação de carvões** (em Português, Inglês e Francês). Versão 1.8 [CD-ROM].

- SCHEEL-YBERT, R.; SCHEEL, M. & YBERT, J.P., 2002. **Atlas Brasil: Banco de dados antracológicos e chave computadorizada para determinação de carvões**. Ver.2.2 [CD-ROM].
- SCHWEINGRUBER, F.H., 1978. **Mikroskopische Holz Anatomie / Anatomie microscopique du bois**. Birmensdorf: Swiss Federal Institute of Forestry Research. 226p.
- SCHWEINGRUBER, F.H., 1990. **Anatomy of European woods**. Bern/Stuttgart: P. Haupt publ. 800p.
- SMART, T.L. & HOFFMAN, E.S., 1988. Environmental interpretation of archaeological charcoal. In: HASTORF, C.A. & POPPER, V.S. (Eds.) **Current Paleoethnobotany : Analytical methods and cultural interpretation of archaeological plant remains**. Chicago/London: The University of Chicago Press. p.167-205.
- THIÉBAULT, S., 1995. Functioning of hearths and ancient vegetation at the Balme de Thuy (Haute-Savoie, France). The charcoal contribution. **Quaternaria Nova**, Roma, **5**:129-170.
- THÉRY-PARISOT, I., 2001. **Économie des combustibles au Paléolithique**. Paris: CNRS. 196p.
- VERNET, J.L., 1973. Étude sur l'histoire de la végétation du sud-est de la France au Quaternaire, d'après les charbons de bois principalement. **Paléobiologie Continentale**, Montpellier, **4**(1):1-90.
- VERNET, J.L.; BAZILE, E. & EVIN, J., 1979. Coordination des analyses anthracologiques et des datations absolues sur charbon de bois. **Bulletin de la Société Préhistorique Française**, Paris, **76**(3):76-79.
- VERNET, J.L.; OGÉREAU, P.; FIGUEIRAL, I.; MACHADO-YANES, C. & UZQUIANO, P., 2001. **Guide d'identification des charbons de bois préhistoriques et récents: Sud-Ouest de l'Europe: France, Péninsule Ibérique et Îles Canaries**. Paris: CNRS Editions. 395p.
- WESTERN, C., 1963. Wood and charcoal in archaeology. In: BROTHWELL, D. & HIGGS, E. (Eds.) **Science in Archaeology. A comprehensive survey of progress and research**. Londres: Thames and Hudson. p.150-162.
- YBERT, J.P.; SCHEEL, R. & GASPAR, M.D., 1997. Descrição de alguns instrumentos simples utilizados para a coleta e concentração de elementos fósseis de pequenas dimensões de origem arqueológica ou pedológica. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo, **7**:181-189.